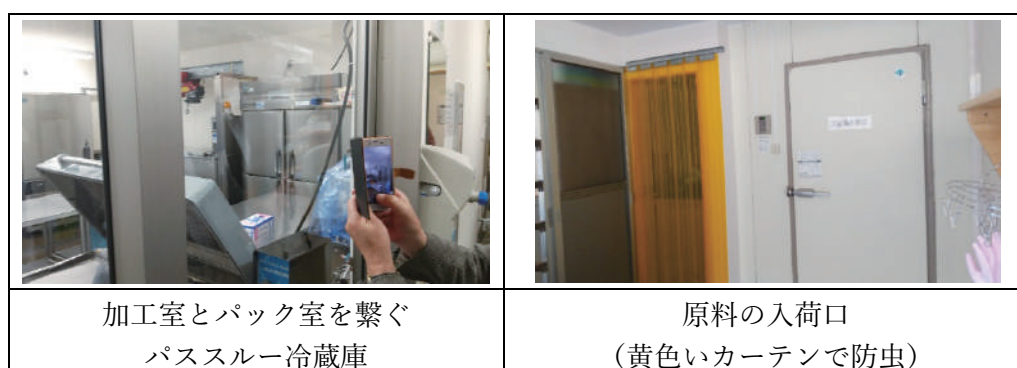


前は取引先との商談がスムーズに行かないことが多かったが、取得後は「本気の商談」をされるようになったとのことである。

汚染区（出荷場等）、準清潔区（加工室、燻製室等）、清潔区（パック室等）は逆戻りできないようにゾーニングされおり、汚染源をパック室などに持ち込まないように設計されている。現場ではパススルー冷蔵庫が要所に利用されており、加工室とパック室との間で、原料を汚染されることなく移動させることが出来る。原料入荷場所には、表面温度、入荷日時、業者名などを記載する帳票が用意されており、原料の入口管理も行っている。

一方で、HACCP システム導入の際に、HACCP 用に推奨されている掃除器具、作業着、調理器具や作業台を購入したため初期費用が高価になったのに加え、毎日の清掃にも 1 時間半ほど要してしまうことが HACCP の導入の難しさであるとのこと。



#### (エ) 製品の試食会

前述の A 社の加工場を借りて作成したメアジの加工品（素揚げ、ハンバーグ、アヒージョ）の試食会を行なった。試食した B 社社長は、ハンバーグの味について高く評価し、将来商品化も検討したいとコメントする一方、畜肉のような食感を出すには手間がかかることや、地元ではメアジの供給が不安定であることを指摘した。

ハンバーグには、動物性の脂は使用されていないため、島嶼国及び日本で健康食・高齢者向けの食事としての需要の可能性があるとの意見も出された。アヒージョに関しても、味について全員から好評を得たが、オリーブオイルにコストがかかる点が指摘された。

#### (オ) その他

B 社は、農林水産業みらい基金を取得し、研修棟の建設を行なっている。研修棟には、研修（年 1 回）や地元の人々を集めたワークショップ等を開催でき

るような研修会場の他、原料冷蔵庫及び菌検査室も備わっているとのことであった。



研修棟での試食・聞き取り調査



原料用の冷凍庫

## 5 沖縄県調査



図5 沖縄県調査地点

- (1) 調査実施日：2020年12月14日～12月16日
- (2) 調査団構成：馬場治 支援委員長、廣田将仁 支援委員、有里英一 開発協力課長、時村宗春 技術顧問、水野翔太 水産専門家
- (3) 調査目的  
PNG に提供するために、マガキガイ及びシラヒゲウニの資源管理に関する情報を収集する。また、シラヒゲウニの種苗生産や養殖現場を調査するとともに、ウミブドウ及びオゴノリ養殖の情報も収集する。
- (4) 調査結果概要
  - ア 沖縄県水産海洋技術センター  
糸満市にある沖縄県水産海洋技術センターを訪問し、同センターの海洋資源・養殖班班長及び主任研究員からシラヒゲウニ、オゴノリ及びウミブドウ(セ

ンナリズタ) に関する聞き取り調査を行なった。概要は以下のとおりである。

(ア) シラヒゲウニについて

同センターでは海藻養殖及び魚類の資源管理を主な事業内容としており、現在シラヒゲウニの養殖は実施していないが、同センターで蓄積された情報及び経験について説明を受けた。

①天然資源について

- ・シラヒゲウニは資源が極めて少なくなり、沖縄本島だけでなく離島でも少ない。シラヒゲウニだけでなくナガウニ類も減少した。
- ・当初は過剰漁獲が要因と考えていたが、最近はそれ以外の要因も想定している。種苗放流にも取り組んだが成功していない。
- ・今帰仁(なきじん)等で禁漁による資源管理に取り組んだが、資源回復は見られず、漁場を解禁できる状況ではない。
- ・小型のウニを、岩の下やサンゴの間隙、海藻の吹き溜まり等で見かけたことはあるが、すでに資源が減少しているため、生態に関する知見が少ない。深いところに生息するという漁業者もいるが正確なところは分からない。

②種苗生産について

- ・種苗生産の技術自体は沖縄県栽培漁業センター(以下「栽培漁業センター」という。)で維持している。取水海水でも問題なく飼育できる。
- ・種苗放流が失敗する理由は、放流後の、主にハマフエフキによる食害が原因である。シラヒゲウニは大量に餌を食べるため、放流サイズを大きくすると、餌の経費や人件費が高むため採算が合わなくなる。生残率と労力・コストの兼ね合いになる。

③養殖について(餌料を含む)

- ・養殖に取り組んでいるが身入りが安定しない。
- ・当初は粗放的な放流・回収のような養殖を試行したが、最近は、籠の利用等閉鎖的に飼育する養殖を検討中である。
- ・シラヒゲウニは、紫外線には強いと考えており、飼育水槽に遮光用のフタをしなくても色・味とも問題ない(ムラサキウニは紫外線を浴びると生殖巣の色が悪くなるとされる。)
- ・(ムラサキウニと異なり)自分から餌に移動して摂餌する。小さい頃は水槽の付着珪藻を摂餌するので粗放的な飼育でも問題ない。
- ・陸起源の餌料としては、桑(シマグワ)が良く、葉だけでなく樹皮ま

で食べる。桑の葉を与えるときは真水で洗った後に給餌する方が、棘が抜ける等の疾病が発生しにくい。

- ・配合飼料は、褐藻類を餌とした場合に比べ、味、色調とも及ばない。
- ・アオサはあまり嗜好しない。また PNG で多いというアマモ類の養殖用餌料としての有用性は不明である。
- ・陸上の草や野菜くずでも飼育できるが、身入り、色味、味が桑の葉で育てたものより劣る。
- ・沖縄県でもホンダワラ類である程度生育するという飼育実験の結果がでているため、桑の葉等で飼育した後にホンダワラ類を給餌して品質を向上させる飼育法を検討中である。しかし、沖縄県人は細かく丁寧な世話をすることが苦手なので、このような養殖方式はなかなか広まらないことが問題である。

#### (イ) オゴノリについて

当方から、昨年度のマーシャル現地調査において、モイ（ナンヨウアゴナシ）養殖場でオゴノリの試験栽培を確認したこと、及び、もともとマーシャルでのオゴノリの利用は一般的ではないが、ハワイでは刺身のつまやサラダ用等の用途があり、日本でも需要があるかもしれないことを説明した上で、沖縄県でのオゴノリ養殖及び利用方法について情報収集を行なった。結果は以下のとおりである。

##### ①生態について

- ・オゴノリには無性生殖のサイクルと有性生殖のサイクルがあるが、藻体は同じに見える。マーシャルは、年間を通して水温が高温である点を考慮すると、おそらく無性生殖と有性生殖のどちらかを利用し、年中繁茂すると思われる。キリンサイも南方では摘採しても繁茂するが、沖縄県では年中の繁茂は確認できない。
- ・沖縄県はマーシャルなどの南方地域ほどは環境が安定せず季節性があり、春に成熟、夏に枯死というサイクルであるため季節食材として流通している。

##### ②養殖について

- ・養殖試験により粗放的手法でも養殖可能であることが分かっているが、食害が深刻である。食害対策を行なえば養殖は可能であると考えられる。
- ・オゴノリの捕食者はアイゴ、カワハギ類など多種にわたる。一方、モ

ズクも食害されるが、モズクの場合、養殖規模が大きく成長が速いので相対的に影響が小さい。

- ・マーシャルのオゴノリは沖縄のものとは種が異なるため、現地では連続して収穫できる可能性があるが、沖縄のオゴノリは摘採後の傷の修復に時間がかかる。育種をする技術はあるが手間が大変なので、産業的に安定しない。なお、モズクやウミブドウは摘採しても回復が早く問題ない。

### ③利用について

- ・沖縄でも伝統的に食されており、炒めたり味噌汁に入れたりする。伝統食材なので、安定的に作ることができれば、モズク、ウミブドウに続く第3の食材となる可能性もある。オゴノリの認知度は沖縄でもまだ低く、現在は沖縄の狭い範囲内でのみ流通しており、ゆでたものは1,000円/kg、生は500円/kgで販売されている。
- ・乾燥しての流通はない（イバラノリは乾燥させる。）。ただ、冷凍での流通はあり得る。海藻なので冷凍で長期間保存が可能で、地元ではボイル後に冷凍して利用する。
- ・寒天にして利用することもあるが、キリンサイのように工業用のゼラチンとしての利用ではない。
- ・（マーシャルからオゴノリを持ち帰る際には、湿らせた新聞やティッシュに包んで運搬する方法で、比較的きれいな状態を保てたが、）生での流通を大規模化する場合にはコストが課題なので加工後の輸送の方がよいかもしれない。

### （ウ）ウミブドウについて

同センターはウミブドウ（クビレズタ）に関する研究も行っているため、ウミブドウの生態的特性、養殖、利用方法に関する聞き取り調査を行った。結果は以下のとおりである。

#### ①沖縄県でのウミブドウ（イワズタ類）の利用について

- ・沖縄県で流通しているウミブドウはクビレズタである。
- ・ウミブドウも冷やさず乾燥させない輸送法が必要である。

#### ②PNG及びマーシャル産のウミブドウ（センナリズタ）の流通に関する見解

- ・センナリズタも沖縄に棲息しているが、食用としては流通しておらず、熱帯魚店で、鑑賞魚の残渣や排せつ物などに含まれる窒素分の吸

収役として販売例が見られる。

- ・沖縄県では、イチイズタと推測されるクリーム色がかった類似種が、一時期「海ゴーヤ」と称して流通したが、現在は、イチイズタは、在来の海藻や魚類の生息を阻害するキラールジー（殺藻）と呼ばれる生態系上問題のある種として、沖縄県の定着予防外来種と位置付けて、利用しないこととしている。
- ・味の面でも、人体に影響しない程度ではあるが毒素を作る種類もあり、苦みも多い。PNGのイワズタ類も苦味があるため、毒が比較的強いタイプではないかと考える。その他に、味や粒の大きさの違いで消費者とトラブルになるケースがあったとのことである。
- ・以上のことから、ウミブドウ系の需要は既存のウミブドウ1種（クビレズタ）で十分で、PNGやマーシャルからの輸入は不要と考えられる。

#### イ 沖縄県栽培漁業センター

シラヒゲウニの種苗放流及び養殖の収集を目的として栽培漁業センターを訪問した。同センター所長より事業説明を受けた後、シラヒゲウニ養殖の情報を収集するとともに飼育施設の調査を行った。

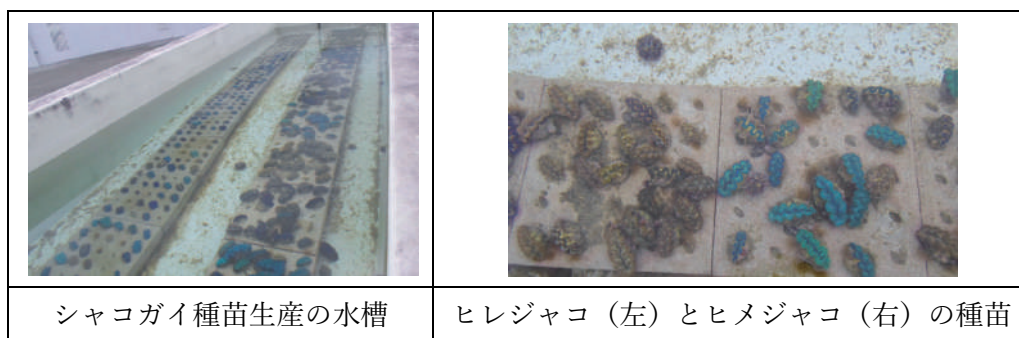
所長は過去、財団の専門家としてシャコガイ養殖プロジェクトでポンペイに派遣された経験があるとのこと、財団の事業に関しても理解を頂いているようであった。所長による説明等の概要は以下のとおりである。

##### (ア) 栽培漁業センターの概要について

栽培漁業センターでは、シラヒゲウニの他に、魚類としてハマフエフキ（方言名：タマン）、ヤイトハタ（方言名：アーラミーバイ）、スギ、マダイの種苗生産を行っている。ハマフエフキは養殖及び放流を目的としており、その他対象種は養殖のみを目的としている。マダイは天然では沖縄県周辺海域に生息していないが、市場での需要が大きいため種苗を生産している。

ヒメジャコとヒレジャコ（いずれもシャコガイ）の種苗生産も行っており、養殖及び放流を目的としている。

また、技術開発種として、チャイロマルハタ（方言名：アーラミーバイ）とタマカイの育種に取り組んでおり、とくにタマカイに力を入れている。ハタ類は成長が遅い点が問題だが、タマカイは1年で1kgほどに成長し、味も良いと言われているので漁業者の要望が強い。これらは技術開発が出来次第、種苗生産の対象種に格上げする。



(イ) シラヒゲウニの種苗生産について

①シラヒゲウニ種苗生産の目的について

シラヒゲウニの著しい減少に伴い、沖縄県内各地で盛んに放流が行われている。栽培漁業センターで直径 1 cm になるまで育成後、漁協に 0.8 円/個で販売する。漁協はこれらの種苗を漁業者に配布し、3 cm 以上になるまで中間育成するよう指導しており、漁業者は 3 cm 以上に成長したものを放流する。過去には、同センターでも中間育成していたが、エサ代や人件費等のコストが大きな負担になるので取りやめた。

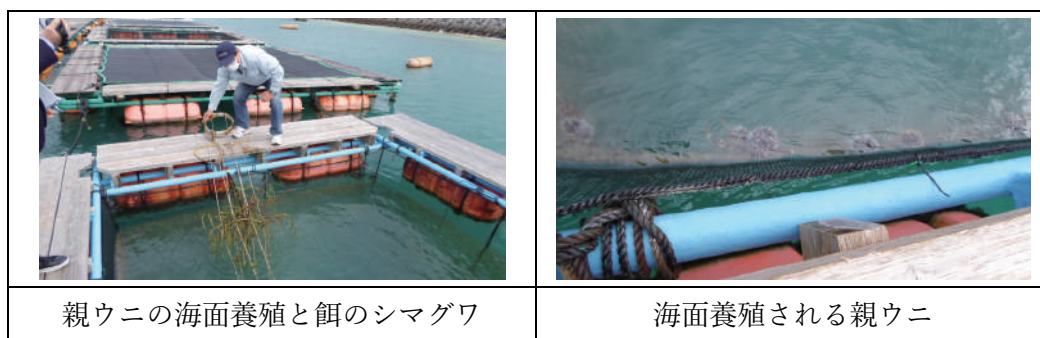
10 t 水槽が 30 面あり、300 万個/年の生産能力を有するが、現在の漁業者からの要望は年間 20~30 万個であるため、その程度の生産にとどめている（訪問時は、建て替え工事中で全ての水槽を視察することはできなかった。）。

このようにして各地で盛んに放流を行っているが、目立った効果が出ていない。

②親ウニについて

- ・親ウニは、天然群と栽培漁業センターで養成している群をできるだけ掛け合わせて使用している。新規天然群が購入でき次第使用するようにし、天然の血統を養成群に入れるようにしている。
- ・親ウニは陸上水槽内の籠で飼育（一部は海面の生簀でも飼育）している。
- ・親ウニの餌には、培養したアナアオサを使用している。
- ・輸送方法はタオルや新聞紙を少し湿らせた状態のものをコンテナの底に敷いた上にウニを載せ、その上にも湿らせたタオル等をかぶせた状態で運搬する。





### ③人工授精について

- ・ 1モルの塩化カリウム液を1～3mg ウニの腔内に打注して採卵することで、人工的に卵の放出を促すことができる。打注されたウニを、濾過海水を満たしたビーカーの上に逆さまに置き、濾過海水中で採卵する。精子も同様に採取する。
- ・ 雌のサイズや状態にもよるが、殻幅80mmでは300万粒位は採れる。当センターでは1回に1,000万粒を採取するが、これらは、3～5個の産卵個体から得られる。通常8-9割が孵化する。



### ④幼生飼育について

- ・ 1t透明円形パンライト水槽を用い、底面上に設置したプラスチック平板製の回転翼でゆるやかに稚ウニを攪拌しながら、塩ビ管でエアレーションを行って80～150万個体のふ化幼生を収容する。
- ・ 幼生の飼育期間は、28℃で20日、25℃で25日、20℃では40日程度かかる。
- ・ 餌には、初期にはサイズ等の理由から *Dunaliella tertiolecta*、後半はややサイズの大きい *Cheatoceros gracilis* を使用するのが良い。
- ・ 幼生飼育中の海水は精密濾過海水を使用する。換水の頻度は2腕期から4腕期では2日に1回半分、6腕期から8腕期毎日1回半分を目安に残餌の状況に応じて換水量を増やす。換水は午前中に行う。

### ⑤幼生後の種苗生産について

- ・ 水温が高くなる6月から10月が生産しやすい。周年生産は可能である。
- ・ 水槽は10m×2m×0.93mのFRP水槽を使用する。
- ・ 水槽に波板を底面に対して垂直になるように、数センチメートル間隔で設置し、ウニの活着面積を増やすことにより、収容数も多くすることができる。

- ・餌には天然の微細藻類を利用する。
- ・通気のみで止水で固形の肥料を添加する場合もある。
- ・換水は付着微細藻類の状況に応じて止水（換水しない）から1日1回転程度で飼育する。

	
シラヒゲウニ水槽	10 mm 程度の種苗（サイズは個体差あり）

#### ⑥ 採苗について

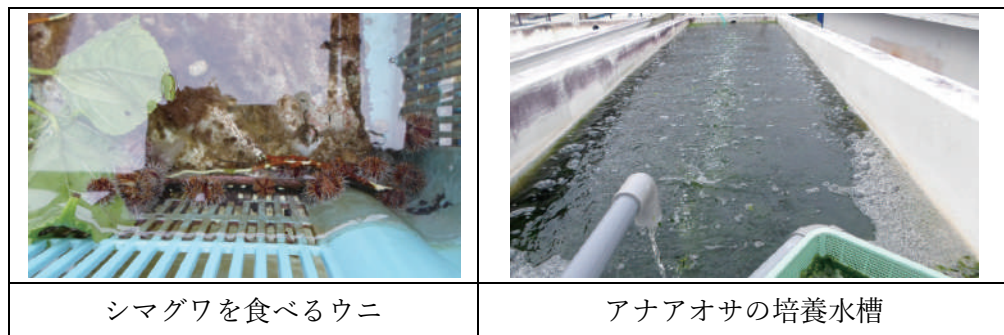
- ・種苗の輸送は 0.1 モルの塩化カリウムで波板から剥離し、計数後、海藻または新聞紙などをコンテナに敷き、稚ウニと海藻や新聞紙を交互に収容し、砂濾過海水で湿らせた後、干出状態で輸送する。
- ・輸送のサイズは 10-50 mm（現在は 10mm のみ。）であり、輸送時間は 1 日以内に収める。生残率は 8~9 割だが、ハンドリングや温度変化などにより全滅してしまうこともある。
- ・湿らせた状態での輸送は可能だが、高水温時は保冷剤を入れる。
- ・採苗中や輸送中の温度変化にどれだけ耐えられるか不明。稚ウニの活力にもよるが±5°C以内に保つのがよい。

#### ⑦ 中間育成について

- ・中間育成を行っていた時は、餌にアナアオサを使用していた。また代用品として、シマグワ、キャベツ、スイカ（皮。実は不可。）を農家から購入し、アキノノゲシ、ノカラムシ、シナガワハギなどは自分で採集していた。天然のホンダワラも利用していたが現在は採集が禁止されている。陸上の植物を給餌する場合は、農薬には特に注意が必要である。
- ・虫食いの無農薬キャベツで養殖したこともあるが、3日程度水持ちする海藻に比べ腐敗が早く溶けて水質を悪化させるとともに、色味も海藻を給餌させた方が良く仕上がる。
- ・給餌頻度は2日に1回程度。毎日では残餌が多く、水質の悪化につながる

る。給餌量は餌の種類によって異なるため、食べきったらその都度給餌するのが良い。ホンダワラの場合、26°Cの条件下で、殻幅 67 mm の個体が 3.74 g/日を摂餌するので、これに合わせて給餌する。シマグワは樹皮があり食べにくいいためホンダワラ類の場合の半分で十分である。

- ・ 中間育成後、成体まで育成する場合、糞や残餌が多く出ること、電気代などのランニングコストが高いことから、陸上での養殖は現実的でない。
- ・ 海面に生簀を設置する場合、糞の影響が少ない深いところであり、河川の影響がなく、かつ潮通しの良いところにする必要がある。網目を小さくすれば (1mm) 食害はない。



#### ⑧ 製品の販売について

- ・ 生殖巣を取り出して販売する場合は、ミョウバン処理後、急速冷凍保存が良い。塩蔵保存は販売価格が安いので、養殖する価値が低い。
- ・ 沖縄県漁連には、2,000 円/100 g で出荷できる。販売可能量は不明である。

#### ⑨ PNG への応用についての調査団の所感

- ・ アロタウの定置網グループ等で成ウニの養殖 (蓄養) を行える可能性がある。浮等を竹で代用するなどして海上の生簀で、餌はパンノキの葉など陸上に大量にある植物を用いて試験的に飼育し、出荷前に味や色の向上のために2か月ほどホンダワラ類等を給餌する方式を試してみるのが現実的と考える。

#### (ウ) センナリズタ

前日の技術センター訪問時に、センナリズタが沖縄県にも生息していると説明を受けていたため、栽培漁業センターの生簀付近を観察したところ、本種が自生していることを確認した。



栽培漁業センターで自生するセンナリズタ

#### ウ 恩納村漁業協同組合

恩納村漁業協同組合（以下「恩納村漁協」という。）では、112名の組合員のうち95%以上が藻類養殖に従事しており、25～60名はモズク養殖に従事している。この聞き取り調査には、代表理事組合長及び指導にご対応頂いた。組合長は昨年の6月から務めており、46歳と沖縄県で一番若い組合長であり、指導も37歳で、組合員の平均年齢も50歳と若い。以前はモズク養殖を中心に行っていたが、漁業者の高齢化を見据え、後継者が安定した収入を得られるものを模索してウミブドウ養殖を導入したとのことであった。

また、指導の案内の下、同漁協のウミブドウ養殖の現場調査を行なった。結果は、以下のとおりである。



#### (ア) ウミブドウ養殖について



##### ①恩納村漁協のウミブドウ養殖の概要

- ・平成元年に養殖試験を行い、平成5年に本格的に養殖を開始した。当初は地元のホテルの売店で販売してもらい、その後地元のスーパーに販売を拡大し、現在は全国展開している。

- ・恩納村漁協が所有する陸上養殖施設で養殖をしているのは 10 名程度で、1 人が 3 池程度利用しており漁協が施設の利用料を徴収している。それを製品化する加工場では、40～50 名の従業員が働いている。

### ②施設について

- ・恩納村漁協では、養殖場では生海水を使用し、出荷前の蓄養水槽では紫外線殺菌海水を使用している。
- ・養殖場での摘採等で傷んだウミブドウを蓄養水槽にて回復させ、粒にハリを持たせて商品価値を上げる。
- ・蓄養後、出荷前に炭酸ガス処理（30 秒）を行ない、夾雑物として問題になるヨコエビを除去する。
- ・夏は水換えが必要なので 1 日 5～6 時間の作業が必要だが、冬は午前中で作業が終了する。

	
ウミブドウ養殖施設	養殖水槽（施設のなか）
	
蓄養水槽（施設の中）	蓄養中のウミブドウ

### ③販売について

- ・漁協の直売所では 20～27℃の常温で保管しながら 500 円/100 g で販売している。
- ・10～5 月が旬といわれている。冬は成長が遅くなるという問題があるが値段は高くなる。曇天や雨天続きでも成長が遅れる。
- ・出荷の目安は長さ 6 cm 程度（この大きさが食べやすい。）である。6 cm に成長するには冬場は 50～70 日程かかるが夏場は 20～25 日で済む。
- ・ウミブドウは、漁業者が中心となって加工まで実施する。なお、塩蔵のモ

ズクはメーカー向けである（メーカーには、解凍する手間がいらないため、塩漬けの方が好まれる。）。

- ・蓄養の水槽で紫外線殺菌装置を用いて1週間程度保存可能。
- ・クレームの対象は夾雑物と粒のツブレである。
- ・ウミブドウは高級品というイメージがあり、観光客が買って帰るものであった。新型コロナの影響で観光客が減った今は、沖縄県内のスーパーに契約して卸している。

(イ) シラヒゲウニについて

- ・他の地域同様、恩納村地域でも既にほぼ獲りつくされている。昭和50年代後半は50～60 t/年獲れ、また、10～20 個体/m<sup>2</sup>ほどが確認できたが、近年の調査で2 km 泳いでも1 個体ほどしか見つけることができている。
- ・試験的に種苗放流しているが、資源量の増加は認められない。ハマフエフキやベラ等による食害が深刻な課題であるのに加え、餌となる海藻（ウミウチワ等と想定）の減少も原因の一つと考えられる。
- ・シラヒゲウニ漁は、他の漁業ほど重労働ではないため、年配の漁業者でも従事しやすい。そのため、今後も資源量回復のため、青年部を中心に種苗放流を試験的に継続したいとの意向。

(ウ) マガキガイについて

- ・モズク養殖をメインの生業としている漁業者が多いが、これはモズク養殖は当初手間が掛かるが良い収入源となるためである。このため「マガキガイ資源への漁獲圧は比較的低いと思われる。しかし、モズク養殖は3年目以降に手が掛からなくなるため、手がすくとマガキガイ等の漁業に向かう傾向がある。沖縄県の他地域では、獲りつくされている場合が多い。
- ・1人1日当たり1籠40 kg以内の漁獲を許可している。ボイル剥き身であれば約3 kg/日に相当する。最近ではボイル剥き身が5,500～6,000 円/kg 以上、殻ごとでも500 円/kg 程度に上昇している。
- ・マガキガイはモズク畑（養殖施設）の下に生息しており、他の養殖業者の畑には入らないルールになっている。なおモズク畑以外の場所では、早い者勝ちである。フーカー式潜水器で漁獲することが多い（モズク養殖も同様の機材を使用。）。
- ・沖縄県の漁期は一般に冬から夏である。恩納村では、3月以降にサイズも大きくなり、身入りも良くなり、初夏の産卵期になると貝が浅瀬に来るので、漁獲しやすくなる。真夏まで獲れるが量は次第に減り、秋口にはサイズが小

さくなる。

- ・砂抜きのため、網袋に入れて1～2日間船べりから海中に垂下する。あるいは船の生け簀に入れる。陸上でかけ流しにする等の方法がとられる場合もある。
- ・生きたまま殻ごと電子レンジで加熱することで食感が良く仕上がる。野菜とバター炒めにすることもあるが、柔らかくなり、食感が劣ってしまう。

(エ) ブダイについて

- ・多くは刺身で食べるが、小型は唐揚げにする。酢味噌和えやバター焼きにすることもある。加工品にはしない。蒲鉾に用いるのはエソやヒメジなどの雑魚であり、ブダイは用いない。
- ・本種でもシガテラの発生事例がある。通常は、バラフエダイ、イッテンフエダイ、バラハタやオニカマス等が原因種となることが多い。ドライアイスセンサーションや平衡感覚の異常が出る。昔はシガテラ中毒でガタガタ震えている例が多かった。同じものを食べた全員が点滴を受けるため病院でかちあう例もあった。今でも点滴ぐらいしか治療法がない。

エ スギ養殖場調査

スギやマダイ等の養殖を行っている水産会社を訪問し、養殖現場を調査した。結果は以下のとおりである。

(ア) 未成魚の生簀

- ・生簀のサイズは5×5×5 mで、小型のスギは4,000尾/池、サイズが大きくなると1,000尾/池に分けて飼育する。
- ・栽培漁業センターから8月にスギの種苗を5,000尾程購入して池入れする。種苗は10円/cmで、10cmの種苗だと100円である。
- ・配合飼料（ブリ用）を給餌する。

(イ) 成魚の生簀

- ・生簀の大きさは、未成魚のものと同様で、飼育密度は1,000尾/池。
- ・シークワサーを加えた自作のペレットを給餌する。
- ・1,400～1,500円/kgで販売している。
- ・体調が悪いと白っぽくなる。

(写真の中央部にクロスするように写っている2尾)